

Docket No.: E-80046

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : ROLF BRÜCK ET AL.  
Filed : CONCURRENTLY HERewith  
Title : PROCESS FOR PRODUCING A ONE-PIECE, STRUCTURED  
METAL FOIL HAVING A HOLE, METAL FOIL AND  
HONEYCOMB BODY

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 17 086.6, filed April 6, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



For Applicants

WERNER H. STEMER  
REG. NO. 34,956

Date: October 6, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/kf

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 17 086.6

**Anmeldetag:** 06. April 2001

**Anmelder/Inhaber:** Emitec Gesellschaft für Emissions-  
technologie mbH, Lohmar/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung einer einstückigen,  
strukturierten Blechfolie mit einem Loch, Blech-  
folie und Wabenkörper

**IPC:** B 21 D, B 23 P, F 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Februar 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hiebinger

**Verfahren zur Herstellung einer einstückigen, strukturierten Blechfolie mit einem Loch, Blechfolie und Wabenkörper**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer einstückigen, strukturierten Blechfolie mit einem Loch im Inneren, welche eine vorgebare gekrümmte Außenkontur und eine das Loch begrenzende Innenkontur aufweist sowie eine  
10 solche Blechfolie selbst. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung einen Wabenkörper, insbesondere zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine, der einen Zentralkanal mit einer Anströmachse und eine Vielzahl von Blechfolien umfasst, die zumindest teilweise strukturiert sind und für ein Abgas durchströmbare Kanäle aufweist.

15

Ein solcher Wabenkörper geht beispielsweise aus der Patentschrift EP 0783370 hervor. Dort ist ein Wabenkörper zu katalytischen Umsetzung von Abgasen in einem Abgassystem einer Verbrennungskraftmaschine beschrieben, der eine Vielzahl von Kanälen aufweist, wobei jeder Kanal an seinem einen Ende in einen  
20 Zentralkanal mündet. Die Kanäle verlaufen bogenförmig von dem Zentralkanal nach außen und sind durch aneinanderliegende Scheiben begrenzt. Dabei weist wenigstens ein Teil der Scheiben eine Makrostruktur auf, welche die seitliche Begrenzung der Kanäle bilden. Die bogenförmige Ausgestaltung der Kanäle hat zur Folge, dass das den Wabenkörper durchströmende Abgas sehr stark umge-  
25 lenkt wird, wobei ein unerwünschter Druckabfall entstehen kann.

- Zur Vermeidung eines derartigen Druckabfalls ist es demnach erstrebenswert, im wesentlichen gerade und radial vom Zentralkanal auswärtsgehende Kanäle zu bilden. So ist beispielsweise bekannt, scheibenförmige Blechfolien mit einem Loch in der Mitte und radial auswärts gerichtete Kanäle herzustellen, in dem mehrere,
- 5 kuchenstückähnliche Segmente zu einer derartigen scheibenförmigen Blechfolie zusammengesetzt werden. Die Unterteilung der Blechfolie in mehrere Segmente bringt insbesondere im Hinblick auf die Fertigung eines solchen Wabenkörpers einige Probleme mit sich, da die einzelnen Segmente zueinander ausgerichtet werden müssen. Dies hat zur Folge, dass der Wabenkörper nur mit großem techni-
- 10 schen Aufwand in Großserie herstellbar ist.

- Trotz dieser bekannten strömungstechnischen Probleme, war es bislang nicht gelungen, eine einstückige Blechfolie herzustellen, die eine Struktur aufweist, welche dazu geeignet ist, im wesentlichen gerade und radial auswärts verlaufende
- 15 Kanäle zu bilden.

- Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Blechfolie mit einem Loch im Inneren sowie einer Struktur mit im wesentlichen radial verlaufenden Ausprägungen anzugeben. Eine weitere Auf-
- 20 gabe besteht darin, eine Blechfolie anzugeben, die insbesondere die Fertigung von radial durchströmbar Wabenkörpern vereinfacht. Außerdem soll ein Wabenkörper angegeben werden, der preiswert herstellbar ist und sich durch einen besonders niedrigen Druckabfall eines ihn durchströmenden Gasstromes auszeichnet.

- 25 Diese Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Blechfolie mit den Merkmalen des Anspruchs 9 sowie einem Wabenkörper mit den Merkmalen des Anspruchs 16. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den jeweils abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Zur Herstellung einer einstückigen, strukturierten Blechfolie mit einem Loch im Inneren, welche eine vorgebbare gekrümmte Außenkontur und eine das Loch begrenzende Innenkontur aufweist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, zunächst einen glatten Rohling herzustellen, dessen Außenkante im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren, zu erzeugenden Außenkontur und dessen Innenkante im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren, zu erzeugenden Innenkontur angeordnet ist. Anschließend wird eine Struktur in die Blechfolie geprägt, die vorzugsweise im wesentlichen radial verlaufende Ausprägungen aufweist, wobei die Blechfolie in einem inneren Randbereich und in einem äußeren Randbereich mit einem etwa einheitlichen Umformgrad bearbeitet wird.

Der Umformgrad bezieht sich dabei auf ein Verhältnis der Abmessungen eines imaginären Teilbereichs der Blechfolie vor und nach der erfolgten Umformung.

Der Umformgrad kann beispielsweise dadurch bestimmt werden, dass auf den Rohling ein Messraster bzw. Rechtecke und/oder Kreise aufweisende Einheitsfiguren aufgebracht werden, wobei diese jeweils eine vorgebbare Länge, Breite oder Radius aufweisen. Nach dem Umformprozess der Blechfolie lassen sich die Verformungen der Blechfolie anhand der Verzerrung der aufgetragenen Messraster bzw. Figuren ablesen. Handelt es sich um Kreise mit einem Durchmesser  $d_0$ , so stellen die ursprünglichen Kreise nach der Verformung beispielsweise eine Ellipse mit einem Minimaldurchmesser  $b_1$  und einem Maximaldurchmesser  $l_1$  dar. Die Umformgrade können dann zunächst in zwei Richtungen (z.B. radial und in Umfangsrichtung) gemessen werden, wobei sich ein erster Umformgrad  $\varphi_1 (= \ln \frac{l_1}{d_0})$  und ein zweiter Umformgrad  $\varphi_2 (= \ln \frac{b_1}{d_0})$  ablesen lässt. Da sich der Umformgrad in Foliendickenrichtung nicht mit dem Messrasterverfahren ermitteln lässt, wird er über die Volumenkonstanz ( $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0$ ) bestimmt.

- Während des Prägeprozesses des glatten Rohlings zur Herstellung der Struktur tritt üblicherweise plastisches Fließen im Werkstoff auf, das seinen Ursprung in den durch die Umformung hervorgerufenen, unterschiedlichen Spannungszuständen hat. Das plastische Fließen von Werkstoff ist jedoch nur möglich, wenn der
- 5 verwendete Rohling eine hohe Bruchdehnung aufweist oder dicker ausgeführte und/oder nur gering zu verformende Teilabschnitte aufweist, welche als „Materialvorrat“ dienen. Die Blechfolien, die insbesondere zur Herstellung eines Katalysator-Trägerkörpers für ein Abgassystem einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt werden, weisen jedoch Foliendicken kleiner 0,065 mm, insbesondere kleiner
- 10 0,03 mm, und einem relativ hohen Aluminiumgehalt auf. Das bedeutet, dass die verwendete Blechfolie weder eine hohe Bruchdehnung (aufgrund des Aluminiumgehalts) noch „Materialvorräte“ (aufgrund der geringen Foliendicke) hat. Das vorgeschlagene Herstellungsverfahren mit einem etwa einheitlichen Umformgrad in einem inneren Randbereich und einem äußeren Randbereich der Blechfolie
- 15 verhindert im wesentlichen das Fließen von Material. Zumindest treten keine so großen Materialflüsse auf, dass die Foliendicke deutlich reduziert oder sogar ein Riss in der Blechfolie erzeugt wird.

- Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird vorgeschlagen, dass die
- 20 Struktur so geprägt wird, dass ein Abstand von der Innenkante zur Außenkante des Rohlings etwa dem Abstand der Außenkontur zur Innenkontur der Blechfolie entspricht. Die geprägte Struktur ist zumeist regelmäßiger Natur. Das hat zur Folge, dass sich die Abmaße der Innenkante und der Außenkante des Rohlings während des Umformprozesses im wesentlichen um den gleichen Faktor reduzieren.
- 25 Um möglichst einheitliche Umformgrade in einem inneren und einem äußeren Bereich der Blechfolie zu erhalten ist es dabei vorteilhaft, den Abstand der Innen- und Außenkante des Rohlings auch während und nach dem Umformprozess in etwa konstant zu halten. Auf diese Weise wird im wesentlichen das radiale Fließen von Material reduziert.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, eine wellenförmige Struktur zu generieren, die eine vorgebbare Wellhöhe und eine vorgebbare Wellenlänge aufweist. Diese wellenförmige Struktur ist sehr regelmäßig aufgebaut und vermeidet sehr starke Biegebeanspruchungen bzw. Knickbeanspruchungen des Rohlings. Auch dadurch  
5 kann ein besonders einheitlicher Umformgrad erzielt werden.

Im Hinblick auf die oben beschriebene wellenförmige Struktur ist es vorteilhaft, die Struktur im inneren und im äußeren Randbereich mit einer etwa gleich großen Wellenhöhe auszuführen, wobei die Wellenlänge im inneren Randbereich kleiner  
10 ist als im äußeren. Mit Wellenlänge ist dabei der Abstand zweier benachbarter Ausprägungen der Struktur in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Rohlings gemeint. Die Wellenhöhe bezieht sich auf den Abstand zweier direkt benachbarter, entgegengesetzter Extrema der Ausprägung. Der Ausgleich der Umformgrade im inneren bzw. im äußeren Randbereich erfolgt hierbei über die Variation bzw.  
15 Anpassung der Wellenlänge.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens sind die Innenkontur und Außenkontur sowie die Innenkante und die Außenkante rund und konzentrisch zueinander ausgeführt. Diese sehr regelmäßige Ausgestaltung der Kanten bzw.  
20 Konturen verhindert eine unregelmäßige Beanspruchung (z.B. Kerbwirkung) des Materials während des Umformprozesses.

Weiterhin wird vorgeschlagen, die Struktur mit Hilfe eines Mehrstufenwerkzeuges, insbesondere mit einem mehrstufigen Wellwerkzeug, zu erzeugen, wobei  
25 jeweils nur eine teilweise Herstellung der Struktur erfolgt. Das bedeutet, dass der letztendlich herzustellende Umformgrad in mehreren Schritten erzeugt wird. Dies lässt sich beispielsweise dadurch bewerkstelligen, dass zunächst Wellwerkzeuge eingesetzt werden, die eine Struktur mit relativ flachen Ausprägungen aufweisen. In einem nächsten Schritt wird demnach ein Wellwerkzeug verwendet, welches

eine etwas stärker ausgeprägte Struktur aufweist, während ein abschließender dritter Wellvorgang die letztendlich gewünschte Wellhöhe bzw. Welllänge generiert.

5        Gemäß nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens sind ein erster Umfang der Innenkante sowie ein zweiter Umfang der Außenkante des Rohlings jeweils um einen Verkürzungsfaktor größer als ein dritter Umfang der Innenkontur und ein vierter Umfang der Außenkontur ausgeführt, wobei der Verkürzungsfaktor in Abhängigkeit der herzustellenden Struktur ausgewählt wird. Der Verkürzungsfaktor bezogen auf die Außenkante bzw. -kontur ist dabei verschieden zu dem Verkürzungsfaktor bezüglich der Innenkante bzw. -kontur ausgeführt. Im Hinblick auf eine wellenförmige Struktur beträgt der Verkürzungsfaktor vorteilhafterweise 1,1 bis 1,6, insbesondere 1,25 bis 1,45. Diese Verkürzungsfaktoren haben sich als besonders geeignet erwiesen, eine gleichmäßige Umformung der Blechfolie im inneren Randbereich und im äußeren Randbereich zu gewährleisten.

15

Zur besseren Anschaulichkeit soll nun anhand eines Beispiels die Bedeutung des Verkürzungsfaktors erläutert werden. Der Rohling hat demnach einen ersten, das Loch begrenzenden Umfang von 60 mm und einen zweiten Umfang von 100 mm und bildet demnach eine ringförmige Scheibe. Bei einem gleichen Verkürzungsfaktor bezogen auf die Innen- und Außenkante bzw. -kontur von 1,4 weist die fertige Blechfolie innen einen dritten Umfang von etwa 42,86 mm und einen äußeren vierten Umfang von etwa 71,43 mm auf. Das bedeutet allerdings, dass der Abstand des Rohlings in diesem Beispiel ca. 12,73 mm beträgt, wobei bei einem ausschließlichen „Schrumpfen“ des Rohlings, der Abstand der Blechfolie ca. 9,1 mm betragen würde. Dies hätte demnach ein verstärktes Fließen von Material zur Folge, was hier jedoch mit unterschiedlichen Verkürzungsfaktoren der inneren und äußeren Kanten bzw. Konturen vermieden werden kann.

25



Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Blechfolie für einen Katalysator-Trägerkörper mit einem Loch im Inneren vorgeschlagen, welche eine das Loch begrenzende Innenkontur und eine Außenkontur hat. Weiterhin weist die Blechfolie eine Struktur mit etwa in Richtung eines Radius verlaufenden Ausprägungen auf, wobei diese Blechfolie einstückig ist, vorzugsweise auch nahtlos. Die Blechfolie weist hierzu in einem inneren Randbereich und einem äußeren Randbereich etwa einen einheitlichen Umformgrad auf. Die bevorzugte nahtlose Ausgestaltung der Blechfolie wird mit Hilfe eines einstückigen, ringförmigen Rohlings hergestellt. Auf diese Weise werden Fugestellen der Blechfolie vermieden, welche im Hinblick auf eine thermische Beanspruchung zu einer inhomogenen Spannungsverteilung in der Blechfolie führen würde. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn die Blechfolie in einem Katalysator-Trägerkörper eingesetzt wird, der in einem Abgassystem eines Automobils eingebaut ist. Dort treten sehr hohe thermische und dynamische Belastungen auf, wobei insbesondere ein gleichmäßiges thermisches Ausdehnungsverhalten der Blechfolien wünschenswert ist.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Blechfolie sind die Ausprägungen der Struktur radial verlaufende Wellenberge und Wellentäler mit einer Wellhöhe und einer Wellenlänge. Die Wellenhöhe ist dabei vorzugsweise in radialer Richtung konstant, während die Wellenlänge zunimmt. Alternativ dazu wird vorgeschlagen, dass die Anzahl der Wellenberge und Wellentäler in einem inneren Randbereich größer ist als in einem äußeren Randbereich. Diese besonderen Ausführungsformen der Blechfolie erlauben eine relativ gleichmäßige Umformung der Blechfolie, wobei ein Fließen des Werkstoffs der Blechfolie im wesentlichen vermieden werden kann.

Besonders bevorzugt sind Blechfolien mit einer Foliendicke kleiner als 0,065 mm, insbesondere zwischen 0,015 mm und 0,03 mm. Derartige Blechfolien haben eine relativ geringe oberflächenspezifische Wärmekapazität, so dass diese gerade als Katalysator-Trägerkörper besonders gut geeignet sind. Die Blechfolien müssen

sicherstellen, dass nach dem Start der Verbrennungskraftmaschine möglichst schnell eine ausreichend hohe Temperatur der katalytisch aktiven Oberfläche erreicht und mit der katalytischen Reaktion begonnen wird.

- 5 Gemäß noch einer weiteren Ausgestaltung der Blechfolie ist die Struktur mit einer Mikrostruktur ausgeführt. Die Mikrostruktur dient beispielsweise der Versteifung der Struktur oder zur Verwirbelung eines Gasstromes, wenn diese Blechfolien für einen Katalysator-Trägerkörper eingesetzt werden. Die Mikrostruktur weist insbesondere eine Strukturhöhe auf, die ca. um den Faktor 0,05 bis 0,2 kleiner als die
- 10 Wellhöhe der Struktur ist. Im Hinblick auf die Verwirbelung des Abgases ist es besonders vorteilhaft, wenn die Mikrostruktur in einem Winkel zur Ausrichtung der Ausprägungen der Struktur verläuft.

- 15 Gemäß noch einer weiteren Ausgestaltung der Blechfolie ist diese im wesentlichen eben. Dies gewährleistet unter fertigungstechnischen Gesichtspunkten eine besonders einfache Handhabung und gegebenenfalls einen sehr kompakten Katalysator-Trägerkörper.

- 20 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Wabenkörper insbesondere zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine vorgeschlagen, der einen Zentralkanal mit einer Anströmachse und eine Vielzahl von Blechfolien aufweist, wobei die Blechfolien zumindest teilweise strukturiert sind und für ein Abgas durchströmbare Kanäle bilden. Der Wabenkörper zeichnet sich dadurch aus, dass die Blechfolien einstückig sind, wobei die Blechfolien im wesentlichen
- 25 jeweils parallel zu einer Ebene, vorzugsweise senkrecht zur Anströmachse, angeordnet sind und die Ausprägungen der Struktur etwa in Richtung eines Radius verlaufen. Die Blechfolien sind insbesondere mit dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt worden und weisen demnach vorzugsweise keine Fugestelle auf. Die einstückigen Blechfolien vereinfachen die Fertigung von Katalysator-

Trägerkörpern, wobei sich diese durch einen besonders niedrigen Druckabfall aufgrund der radial verlaufenden Ausprägungen der Struktur auszeichnen.

5 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Wabenkörpers sind zwischen den Blechfolien glatte, ringförmige Blechscheiben angeordnet, die vorzugsweise Erhebungen und/oder Öffnungen aufweisen. Die Erhebungen und/oder Öffnungen können zusätzlich auf bzw. in den Blechfolien angeordnet sein. Diese Erhebungen und/oder Öffnungen dienen beispielsweise der Verwirbelung eines den Wabenkörper durchströmenden Abgases sowie dem Austausch von Teilgasströmen benachbarter Kanäle. Auf diese Weise kann die katalytische Aktivität des Wabenkörpers deutlich verbessert werden.

15 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung beträgt die Kanaldichte nahe des Zentralkanals größer als 600 cpsi („cells per square inch“), vorzugsweise größer 800 cpsi, insbesondere größer 1000 cpsi. Die Kanaldichte bezieht sich dabei auf ein imaginäres Flächenelement, welches um den Zentralkanal angeordnet ist. Weisen die Blechfolien eine konstante Wellhöhe in radialer Richtung auf, so ändert sich bei gleichbleibender Kanalanzahl die Wellenlänge in radialer Richtung. Dies hat beispielsweise zur Folge, dass die Kanaldichte in dem äußeren Randbereich ca. 20 286 cpsi beträgt, während im Inneren eine Kanaldichte von 1000 cpsi vorliegt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der folgenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

25

Fig. 1 Schematisch und perspektivisch einen Rohling sowie eine Blechfolie,

Fig. 2 eine Teilansicht einer Ausführungsform der Blechfolie,

Fig. 3 schematisch und perspektivisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wabenkörpers und

5 Fig. 4 eine Detailansicht einer weiteren Ausführungsform der Blechfolie.

Fig. 1 zeigt schematisch und perspektivisch einen Rohling 5, der mit Hilfe des vorgeschlagenen Verfahrens zu einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Blechfolie 1 mit einem Loch 4 im Inneren sowie einer vorgebbaren gekrümmten Außenkontur 2 und einer das Loch 4 begrenzende Innenkontur 3 umgeformt wird. Dabei wird zunächst der dargestellte glatte Rohling 5 gefertigt, dessen Außenkante 6 im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren Außenkontur 2 der herzustellenden Blechfolie 1 und dessen Innenkante 7 im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren Innenkontur 3 der herzustellenden Blechfolie 1 angeordnet ist. Anschließend wird eine Struktur 8 in die Blechfolie 1 geprägt, die vorzugsweise im wesentlichen radial verlaufende Ausprägungen aufweist, wobei die Blechfolie 1 in einem inneren Randbereich 9 und einem äußeren Randbereich 10 mit einem etwa einheitlichen Umformgrad bearbeitet wird. Während dieser Umformung wird vorzugsweise der Abstand 11 konstant gehalten. Dabei sind ein erster Umfang 14 der Innenkante 7 sowie ein zweiter Umfang 15 der Außenkante 6 des Rohlings 5 jeweils um einen Verkürzungsfaktor größer als ein dritter Umfang 16 der Innenkontur 3 und ein vierter Umfang 17 der Außenkontur 2, wobei die Verkürzungsfaktoren in Abhängigkeit der herzustellenden Struktur 8 ausgewählt werden. Bei einer wellenförmigen Struktur liegen diese zwischen 1,1 und 1,6. Sowohl der Rohling 5 als auch die Blechfolie 1 sind einstückig und weisen keine Fugestellen auf.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Detailansicht einer Ausführungsform der Blechfolie 1 mit einer wellenförmigen Struktur 8. Die Ausprägungen der Struktur 8 sind da-

bei radial verlaufende Wellenberge 19 und Wellentäler 20 mit einer Wellhöhe 12 und Wellenlänge 13. Die dargestellte Ausführungsform der Blechfolie 1 weist in Richtung des Radius 18 eine konstante Wellhöhe 12 auf, während die Wellenlänge 13 zunimmt. Das Verhältnis von Wellenlänge 13 zu Wellenhöhe 12 in einem äußeren Randbereich 10 ist dabei mindestens um einen Verhältnisfaktor von 0,3 kleiner als das entsprechende Verhältnis in einem inneren Randbereich 9. Die Blechfolie 1 ist mit einer Foliendicke 21 kleiner als 0,05 mm ausgeführt, wobei die Struktur 8 von einer Mikrostruktur 22 gekreuzt wird.

10 Fig. 3 zeigt schematisch und perspektivisch einen Wabenkörper, der insbesondere zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine geeignet ist. Der Wabenkörper 23 umfasst einen Zentralkanal 24 mit einer Anströmachse 25 und einer Vielzahl von Blechfolien 1, die zumindest teilweise so strukturiert sind, dass diese für ein Abgas durchströmbare Kanäle 26 bilden. Die Blechfolien 1 sind dabei einstückig und im wesentlichen jeweils parallel zu einer Ebene 27, vorzugsweise senkrecht zur Anströmachse 25, angeordnet. Sie weisen eine Struktur 8 auf, deren Ausprägungen 19 und 20 etwa in Richtung eines Radius 18 verlaufen. Der Wabenkörper 23 ist von einem Gehäuse 31 umgeben, das im wesentlichen die Strömungswege (angedeutet durch die Pfeile) begrenzt.

20

Zwischen den Blechfolien 1 sind glatte, ringförmige Blechscheiben 28 angeordnet, die Erhebungen 29 und Öffnungen 30 aufweisen. Vorzugsweise weisen auch die Blechfolien 1 derartige Öffnungen 30 und/oder Erhebungen 29 bzw. Mikrostrukturen 22 auf. Die Erhebungen 29 sind hier beispielsweise als eine umlaufende Mikrostruktur 22 ausgebildet. Benachbarte Blechfolien 1 und Blechscheiben 25 begrenzen dabei Kanäle 26. Die Oberfläche der Kanäle 26 kann beispielsweise mit einer katalytisch aktiven Beschichtung versehen werden und somit zur Umsetzung von Schadstoffen im Abgas dienen. Das zu reinigende Abgas strömt dabei parallel zur Anströmachse 25 in den Zentralkanal 24, und anschließend durch eine Vielzahl von Kanälen 26 radial auswärts in Strömungsrichtung 32 bis in eine

Ringspalte 33, von dem es weiter zu einem Auslass (nicht dargestellt) strömt. Die Kanaldichte beträgt dabei nahe des Zentralkanal 24 mindestens 800 cpsi. Der dargestellte Wabenkörper 23 zeichnet sich durch einen extrem niedrigen Druckverlust im Abgasstrom aus.

5

Fig. 4 zeigt schematisch und in einer Detailansicht eine weitere Ausführungsform der Blechfolie 1. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass die Anzahl der Wellenberge 19 und Wellentäler 20 in einem inneren Randbereich 9 größer als in einem äußeren Randbereich 10 ist. Mit Hilfe eines entsprechend ausgestalteten Wellenwerkzeuges wird in einem Wellental 20 ein zusätzlicher Wellenberg 19 generiert, so dass zwischen zwei Wellenbergen 19 in dem inneren Randbereich 9 radial einwärts ein zusätzlicher Wellenberg 19 hergestellt wird.

10

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Blechfolie können Wabenkörper, insbesondere als Katalysator-Trägerkörper hergestellt werden, die unter fertigungstechnischen Gesichtspunkten besonders einfach herstellbar sind und sich durch einen sehr niedrigen Druckabfall auszeichnen.

15

### Bezugszeichenliste

|       |                     |
|-------|---------------------|
| 1     | Blechfolie          |
| 2     | Außenkontur         |
| 5 3   | Innenkontur         |
| 4     | Loch                |
| 5     | Rohling             |
| 6     | Außenkante          |
| 7     | Innenkante          |
| 10 8  | Struktur            |
| 9     | innerer Randbereich |
| 10    | äußerer Randbereich |
| 11    | Abstand             |
| 12    | Wellhöhe            |
| 15 13 | Wellenlänge         |
| 14    | erster Umfang       |
| 15    | zweiter Umfang      |
| 16    | dritter Umfang      |
| 17    | vierter Umfang      |
| 20 18 | Radius              |
| 19    | Wellenberg          |
| 20    | Wellental           |
| 21    | Foliendicke         |
| 22    | Mikrostruktur       |
| 25 23 | Wabenkörper         |
| 24    | Zentralkanal        |
| 25    | Anströmachse        |
| 26    | Kanal               |
| 27    | Ebene               |
| 30 28 | Blechscheibe        |
| 29    | Erhebung            |

- 30 Öffnung
- 31 Gehäuse
- 32 Strömungsrichtung
- 33 Ringspalt



### Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung einer einstückigen, strukturierten Blechfolie (1) mit einem Loch (4) im Inneren, welche eine vorgebbare gekrümmte Außenkontur (2) und eine das Loch (4) begrenzende Innenkontur (3) aufweist, bei dem zunächst ein glatter Rohling (5) hergestellt wird, dessen Außenkante (6) im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der zu erzeugenden Außenkontur (2) und  
10 dessen Innenkante (7) im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der zu erzeugenden Innenkontur (3) angeordnet ist, und anschließend eine Struktur (8) in die Blechfolie (1) geprägt wird, die vorzugsweise im wesentlichen radial verlaufende Ausprägungen (19, 20) aufweist, wobei die Blechfolie (1) in einem inneren Randbereich (9) und einem äußeren Randbereich (10) mit einem  
15 etwa einheitlichen Umformgrad bearbeitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Struktur (8) so geprägt wird, dass ein Abstand (11) von Innenkante (7) zu Außenkante (6) des Rohlings (5), etwa dem Abstand (11) der Außenkontur (2) zur Innenkontur (3) der Blechfolie (1)  
20 entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine wellenförmige Struktur (8) eingeprägt wird, die eine vorgebbare Wellenhöhe (12) und eine vorgebbare Wellenlänge (13) aufweist.  
25
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Struktur (8) im inneren (9) und im äußeren Randbereich (10) eine etwa gleich große Wellenhöhe (12) aufweist, wobei die Wellenlänge (13) im inneren Randbereich (9) kleiner ist als im äußeren (10).  
30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Innenkontur (3) und Außenkontur (2) sowie die Innenkante (7) und Außenkante (6) rund und konzentrisch zueinander ausgeführt sind.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Struktur (4) mit Hilfe eines Mehrstufenwerkzeuges, insbesondere mit einem mehrstufigen Wellwerkzeug, erzeugt wird, wobei jeweils nur eine teilweise Herstellung der Struktur (4) erfolgt.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem ein erster Umfang (14) der Innenkante (7) sowie ein zweiter Umfang (15) der Außenkante (6) des Rohlings (5) jeweils um einen Verkürzungsfaktor größer als ein dritter Umfang (16) der Innenkontur (3) und ein vierter Umfang (17) der Außenkontur (2) ausgeführt sind, welcher in Abhängigkeit der herzustellenden Struktur (8) ausgewählt wird.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Struktur (8) wellenförmig mit einer Wellenhöhe (12) und einer Wellenlänge (13) ausgeführt wird, bei dem der Verkürzungsfaktor 1,1 bis 1,6, insbesondere 1,25 bis 1,45, beträgt.
- 20
9. Blechfolie (1) für einen Katalysator-Trägerkörper mit einem Loch (4) im Inneren, welche eine das Loch (4) begrenzende Innenkontur (3) und eine Außenkontur (2) hat, und die eine Struktur (8) mit etwa in Richtung eines Radius (18) verlaufenden Ausprägungen (19, 20) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass diese Blechfolie (1) einstückig ist, vorzugsweise auch nahtlos.
- 25
10. Blechfolie (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausprägungen der Struktur (8) radial verlaufende Wellenberge (19) und Wellentäler (20) mit einer Wellhöhe (12) und einer Wellenlänge (13) sind.

11. Blechfolie (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenhöhe (12) in radialer Richtung konstant ist, während die Wellenlänge (13) zunimmt.
- 5 12. Blechfolie (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Wellenberge (19) und Wellentäler (20) in einem inneren Randbereich (9) größer ist als in einem äußeren Randbereich (10).
- 10 13. Blechfolie (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine Foliendicke (21) kleiner als 0,065 mm aufweist, vorzugsweise zwischen 0,015 mm und 0,03 mm.
14. Blechfolie (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (8) mit einer Mikrostruktur (22) ausgeführt ist.
- 15 15. Blechfolie (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechfolie (1) im wesentlichen eben ist.
- 20 16. Wabenkörper (23), insbesondere zur Reinigung eines Abgases einer Verbrennungskraftmaschine, umfassend einen Zentralkanal (24) mit einer Anströmachse (25) und eine Vielzahl von Blechfolien (1), die zumindest teilweise strukturiert sind und für ein Abgas durchströmbare Kanäle (26) bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechfolien (1) einstückig sind, wobei die Blechfolien (1) im wesentlichen jeweils parallel zu einer Ebene (27), vorzugsweise senkrecht zur Anströmachse (25), angeordnet sind und Ausprägungen (19, 20) der Struktur (8) etwa in Richtung eines Radius (18) verlaufen.
- 25 17. Wabenkörper (23) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Blechfolien (1) glatte, ringförmige Blechscheiben (28) angeordnet sind, die vorzugsweise Erhebungen (29) und/oder Öffnungen (30) aufweisen.
- 30

18. Wabenkörper (23) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanaldichte nahe des Zentralkanals (24) größer als 600 cpsi beträgt, vorzugsweise größer 800 cpsi, insbesondere größer 1000 cpsi.

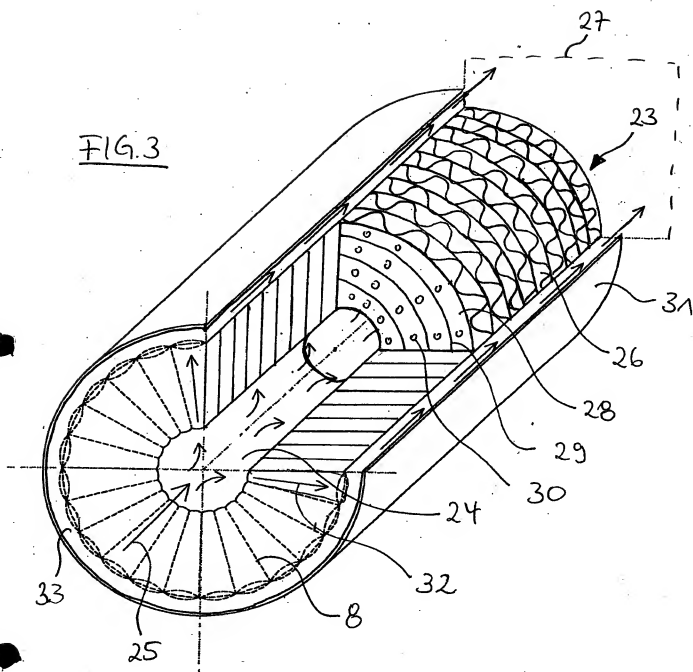
### Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung einer einstückigen, strukturierten Blechfolie (1) mit  
5 einem Loch (4) im Inneren, welche eine vorgebbare gekrümmte Außenkontur (2)  
und eine das Loch (4) begrenzende Innenkontur (3) aufweist, bei dem zunächst  
ein glatter Rohling (5) hergestellt wird, dessen Außenkante (6) im wesentlichen  
konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren Außenkontur (2) und dessen Innen-  
kante (7) im wesentlichen konzentrisch außerhalb zu der vorgebbaren Innenkontur  
10 (3) angeordnet ist, und anschließend eine Struktur (8) in die Blechfolie (1) geprägt  
wird, die vorzugsweise im wesentlichen radial verlaufende Ausprägungen (19, 20)  
aufweist, wobei die Blechfolie (1) in einem inneren Randbereich (9) und einem  
äußeren Randbereich (10) mit einem etwa einheitlichen Umformgrad bearbeitet  
wird. Weiterhin wird eine Blechfolie (1) für einen Katalysator-Trägerkörper mit  
15 einem Loch (4) im Inneren vorgeschlagen, welche eine das Loch (4) begrenzende  
Innenkontur (3) und eine Außenkontur (2) hat, und die eine Struktur (8) mit etwa  
in Richtung eines Radius (18) verlaufenden Ausprägungen (19, 20) aufweist, wo-  
bei diese Blechfolie (1) einstückig und insbesondere nahtlos ist.

20 **Fig. 1**



FIG. 3



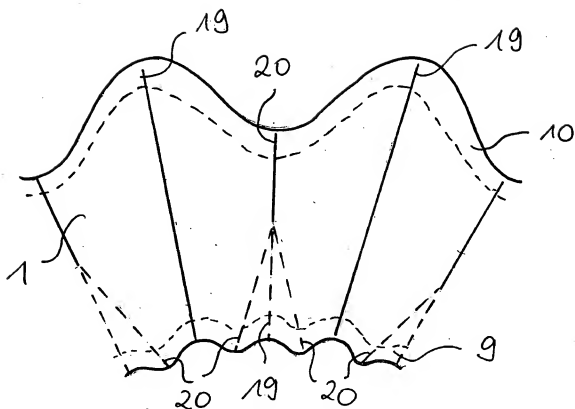


FIG. 4